

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 9 日
Date of Application:

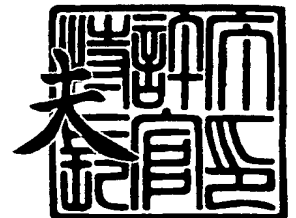
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 6 5 3 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 6 5 3 6]

出 願 人 日 本 特 殊 陶 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 P2003-027

【提出日】 平成15年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 1/18
H01L 25/00

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 佐藤 学

【発明者】

【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社 内

【氏名】 大塚 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000004547

【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100114605

【弁理士】

【氏名又は名称】 渥美 久彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 163844

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209935

●)

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コンデンサ、半導体素子付きコンデンサ、コンデンサ付き基板、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体、中継基板、半導体素子付き中継基板、中継基板付き基板、半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

面接続端子を有する半導体素子が実装される第 1 面及び第 2 面を有する略板形状のコンデンサ本体と、

前記第 1 面及び前記第 2 面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の導体柱と

を備えることを特徴としたコンデンサ。

【請求項 2】

面接続端子を有する半導体素子を備え、かつ、

前記半導体素子が実装される第 1 面及び第 2 面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第 1 面及び前記第 2 面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の導体柱とを有するコンデンサを備えた

ことを特徴とした半導体素子付きコンデンサ。

【請求項 3】

面接続パッドを有する基板を備え、かつ、

第 1 面及び前記基板の表面上に実装される第 2 面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第 1 面及び前記第 2 面を貫通し、前記面接続パッドと接続される複数の導体柱とを有するコンデンサを備えた

ことを特徴としたコンデンサ付き基板。

【請求項 4】

面接続端子を有する半導体素子を備え、

面接続パッドを有する基板を備え、かつ、

前記半導体素子が実装される第 1 面及び前記基板の表面上に実装される第 2 面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第 1 面及び前記第 2 面を貫通し、前記面接続端子及び前記面接続パッドと接続される複数の導体柱とを有するコンデ

ンサを備えた

こと特徴とした、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体。

【請求項 5】

面接続端子を有する半導体素子が実装される第 1 面、及び、凹部が形成された第 2 面を有する略板形状の中継基板本体と、

前記第 1 面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、

表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱と接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサと

を備えることを特徴とした中継基板。

【請求項 6】

面接続端子を有する半導体素子を備え、かつ、

前記半導体素子が実装される第 1 面及び凹部が形成された第 2 面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第 1 面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱と接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを有する中継基板を備えた

ことを特徴とした半導体素子付き中継基板。

【請求項 7】

面接続パッドを有する基板を備え、かつ、

第 1 面及び凹部が形成され前記基板の表面上に実装される第 2 面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第 1 面及び前記凹部の底面を貫通する複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱及び前記面接続パッドと接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを有する中継基板を備えた

ことを特徴とした中継基板付き基板。

【請求項 8】

面接続端子を有する半導体素子を備え、

面接続パッドを有する基板を備え、かつ、

前記半導体素子が実装される第1面及び凹部が形成され前記基板の表面上に実装される第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱及び前記面接続パッドと接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを有する中継基板を備えたことを特徴とした、半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンデンサ、半導体素子付きコンデンサ、コンデンサ付き基板、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体、中継基板、半導体素子付き中継基板、中継基板付き基板、半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、ICチップと配線基板とをじかに接続するのではなく、ICチップと配線基板との間にインターポーザと呼ばれる中継基板を介在させてそれらを互いに接続した構造体が各種知られている。ところで、集積回路技術の進歩によりICチップの動作がますます高速化しているが、それに伴い電源配線等にノイズが重畳され、誤動作を引き起こすことがある。そこで、上記の構造体においても、ノイズを除去してICチップへ良好な電源供給を行うための対策が採られている。例えば、配線基板側にコンデンサを埋設するとともに、そのコンデンサとICチップとをインターポーザ内の導体を介して接続することが既に提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

・ 特開 2000-349225 号公報 (図 26、図 28 等)

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、コンデンサと IC チップとをつなぐ配線 (コンデンサ接続配線) がある場合、コンデンサ接続配線が長くなるほど、その箇所においてノイズが重畳する可能性が高くなる。従って、ノイズ除去能力を高めるためには、前記コンデンサ接続配線は極力短いほうが好ましい。

【0005】

ところが、コンデンサを配線基板側に埋設した上記構造体では、コンデンサと IC チップとをつなぐ配線 (コンデンサ接続配線) の長さが、必然的にインターポーザの厚さ分より長くなってしまふ。従って、さらなる低ノイズ化を達成して構造体の信頼性向上を図るためには、何らかの新たな対策を打つことが必要であると考えられていた。

【0006】

また、コンデンサを配線基板側に埋設した上記構造体では、コンデンサのみがショートや絶縁抵抗不良などにより不具合となった場合であっても、付加価値の付いた配線基板全体を廃棄せざるを得ない。このため、損失金額が大きくなって、結局安価に製造することが困難になる。

【0007】

さらに、低抵抗、低インダクタンスを達成するための 1 つの方法としては、コンデンサの大型化 (言い換えると大容量化) が考えられる。しかしながら、近年の配線基板においては、導体回路が複数層にわたり密集して形成されていることが多く、そもそも大型のコンデンサを埋設しうる十分なスペースがない。また、無理やり大型のコンデンサを埋設しようとするれば、導体回路を形成する際の自由度が小さくなり、導体回路の形成が著しく困難になるおそれがある。

【0008】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ノイズ除去能力に優れ、しかも安価かつ製造しやすい、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体、半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体を提供することにあ

る。

【0009】

また、本発明の別の目的は、上記の優れた構造体を実現するうえで好適な、コンデンサ、半導体素子付きコンデンサ、コンデンサ付き基板、中継基板、半導体素子付き中継基板、中継基板付き基板を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

そして、上記課題を解決する手段としては、面接続端子を有する半導体素子を備え、面接続パッドを有する基板を備え、かつ、前記半導体素子が実装される第1面及び前記基板の表面上に実装される第2面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第1面及び前記第2面を貫通し、前記面接続端子及び前記面接続パッドと接続される複数の導体柱とを有するコンデンサを備えたこと特徴とした、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体がある。

【0011】

また、半導体素子とコンデンサと基板とからなる上記の構造体を実現するうえで好適なものとしては、面接続端子を有する半導体素子が実装される第1面及び第2面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第1面及び前記第2面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の導体柱とを備えることを特徴としたコンデンサがある。さらに、面接続端子を有する半導体素子を備え、かつ、前記半導体素子が実装される第1面及び第2面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第1面及び前記第2面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の導体柱とを有するコンデンサを備えたことを特徴とした半導体素子付きコンデンサ、も好適である。加えて、面接続パッドを有する基板を備え、かつ、第1面及び前記基板の表面上に実装される第2面を有する略板形状のコンデンサ本体と、前記第1面及び前記第2面を貫通し、前記面接続パッドと接続される複数の導体柱とを有するコンデンサを備えたことを特徴としたコンデンサ付き基板、も好適である。

【0012】

従って、上記の構造体によると、コンデンサは、それ自体いわば中継基板としての機能を有しており、本来中継基板があるべき位置に配置されている。即ち、

従来構造に比較して半導体素子とコンデンサとが近接して配置され、両者が直接接続した状態となる。このため、半導体素子とコンデンサとをつなぐ配線（コンデンサ接続配線）を非常に短くする、さらには完全になくすることが可能となる。ゆえに、半導体素子とコンデンサとの間で侵入するノイズを極めて小さく抑えることができ、誤動作等の不具合を生じることもなく高い信頼性を得ることができる。

【0013】

また、たとえコンデンサに不具合が生じた場合でも、コンデンサが基板側に埋設されているわけではないので、コンデンサのみを廃棄すれば足り、基板全体の廃棄を伴わない。ゆえに、基板側にコンデンサを埋設した従来構造に比べて、損失金額が小さく安価に製造することが可能となる。しかも、基板側にコンデンサを埋設した構造でないことから、スペース上の制約を受けなくなり、比較的容易にコンデンサの大型化（大容量化）を図ることが可能となるとともに、基板についても製造しやすくなる。

【0014】

ここで前記半導体素子としては、面接続端子を有するものが使用される。前記面接続端子とは、電氣的接続のための端子であって、面接続によって接続を行うものを指す。なお、面接続とは、被接続物の平面上に線状や格子状（千鳥状も含む）にパッドあるいは端子を形成し、それら同士を接続する場合を指す。なお、前記半導体素子の大きさ及び形状は特に限定されないが、少なくとも一辺が10 mm以上の大型半導体素子であることがよい。また、半導体素子の熱膨張係数は $2.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であることがよい。かかる半導体素子の具体例としては、熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度のシリコンからなる半導体集積回路チップ（ICチップ）などを挙げることができる。

【0015】

前記基板としては、面接続パッドを有するものが使用される。前記基板としては、半導体素子やその他の電子部品などが実装される基板、特に半導体素子やその他の電子部品などが実装され、それらを電氣的に接続する導体回路を備えた配線基板が挙げられる。基板の形成材料については特に限定されず、コスト性、

加工性、絶縁性、機械的強度などを考慮して適宜選択することができる。前記基板としては、例えば、樹脂基板、セラミック基板、金属基板などが挙げられる。

【0016】

樹脂基板の具体例としては、EP樹脂（エポキシ樹脂）基板、PI樹脂（ポリイミド樹脂）基板、BT樹脂（ビスマレイミドートリアジン樹脂）基板、PPE樹脂（ポリフェニレンエーテル樹脂）基板などがある。そのほか、これらの樹脂とガラス繊維（ガラス織布やガラス不織布）やポリアミド繊維等の有機繊維との複合材料からなる基板を使用してもよい。あるいは、連続多孔質PTFE等の三次元網目状フッ素系樹脂基材にエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂を含浸させた樹脂-樹脂複合材料からなる基板等を使用してもよい。前記セラミック基板の具体例としては、例えば、アルミナ基板、ベリリア基板、ガラスセラミック基板、結晶化ガラス等の低温焼成材料からなる基板などがある。前記金属基板の具体例としては、例えば、銅基板や銅合金基板、銅以外の金属単体からなる基板、銅以外の金属の合金からなる基板などがある。なお、ここに列挙した樹脂基板及びセラミック基板の殆どは、熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上である。

【0017】

また、面接続パッドとは、電気的接続のための端子用パッドであって、面接続によって接続を行うものを指す。かかる面接続パッドは例えば線状や格子状（千鳥状も含む）に形成される。

【0018】

前記コンデンサは、コンデンサ本体と複数の導体柱とを有する、いわゆるビアアレイタイプのコンデンサである。この種のコンデンサでは、コンデンサ本体を構成する誘電体層の内部において、第1導体柱に接続する第1内層電極と、第2導体柱に接続する第2内層電極とが交互に積層形成されている。

【0019】

前記複数の導体柱は第1面及び第2面を貫通し、その一端が面接続端子に接続され、他端が面接続パッドに接続される。かかる導体柱は、コンデンサ本体に形成された貫通孔に柱状の導電材料を設けることにより形成される。前記導電材料としては特に限定されないが、例えば銅、金、銀、白金、パラジウム、ニッケル

、スズ、鉛、はんだ、タングステン、モリブデン、チタンなどから選択される1種または2種以上を含む金属を挙げることができる。また、前記導体柱の形成にあたっては周知の手法を採用することができ、例えば、導電金属を含むペーストの充填、導電金属のめっき、ピン状の導電金属材の圧入などがある。なお、セラミック基板の貫通孔に導電性ペーストを充填して導体柱を形成する場合、基板とペーストとを同時に焼結させる方法（同時焼成法）を採用してもよく、あるいは先に基板を焼結させた後にペーストの充填、焼成を行う方法（後焼成法）を採用してもよい。

【0020】

導体柱の形状は、接続する面接続端子や面接続パッドの形状に対応して適宜選択すればよい。例えば、面接続端子や面接続パッドがフラットである場合、導体柱はその端部が第1面及び第2面から突出する形状、即ちバンプ形状とされることがよい。なお、導体柱と面接続端子との接続、導体柱と面接続パッドとの接続については、両者の端面を対向させた状態で、はんだや導電性樹脂などの導電材料を用いて接続する手法などを採用することができる。

【0021】

コンデンサ本体の誘電体層はセラミック材料を用いて形成される。好適なセラミック材料としては、例えば、 $PbTiO_2$ 、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 TiO_2 などの酸化物系セラミックがあるが、非酸化物系セラミック（例えば窒化物系セラミックなど）を選択してもよい。

【0022】

コンデンサ本体の熱膨張係数は限定されないが、基板の熱膨張係数よりも低くて $20.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であることが好ましく、さらには $10.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であることがより好ましい。なお、コンデンサ本体の熱膨張係数は、 $2.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $20.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であることがよく、さらには $2.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $10.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であることがよい。特には、 $2.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $10.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満の範囲内において前記半導体素子の熱膨張係数と同等またはそれよりも大きな値であることがよりよい。その理由は、コンデンサ本体の熱膨張係数が $10.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であると、半導体素子との熱膨張係

数差が十分に小さくなり、半導体素子に対する熱応力の影響を十分に低減できるからである。従って、例えば熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度のシリコン製 IC チップを選択した場合には、熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満のコンデンサ本体を用いることが好適であると言える。

【0023】

また前記コンデンサ本体は、上記のような低熱膨張性であるばかりでなく、高剛性であること（例えば高ヤング率であること）が好ましい。即ち、コンデンサ本体の剛性（例えばヤング率）は少なくとも半導体素子よりも高いことがよく、具体的にはヤング率が 200 GPa 以上、特には 300 GPa 以上であることがよい。その理由は、コンデンサ本体に高い剛性が付与されていれば、コンデンサ本体に大きな熱応力が加わったとしても、その熱応力に耐えることができるからである。従って、コンデンサ本体自身の反りや、半導体素子の接合部分のクラックなどを未然に防ぐことができる。

【0024】

さらに前記コンデンサ本体は、上記のような低熱膨張性、高剛性であるばかりでなく、高放熱性であることがより好ましい。ここで「高放熱性」とは、少なくとも放熱性（例えば熱伝導率）が基板よりも高いことを意味する。その理由は、放熱性の高いコンデンサ本体を用いれば、半導体素子が発生した熱を速やかに伝達して放散することができるため、熱応力の緩和を図ることができるからである。従って、大きな熱応力が作用しなくなり、コンデンサ本体自身の反りや、半導体素子の接合部分のクラックなどを未然に防ぐことができる。

【0025】

また、前記中継基板本体はさらに絶縁性を有していることがよい。その理由は、絶縁性を有しないコンデンサ本体では、導体柱や電極の形成時に誘電体層にあるからじめ絶縁層を設ける必要があるが、絶縁性を有するコンデンサ本体ならそれが不要だからである。従って、構造の複雑化や工数の増加を回避することができるからである。

【0026】

以上のことからすると、コンデンサ本体は、窒化物系の絶縁性エンジニアリン

セラミック材料を用いて形成されることが好適であり、特に窒化アルミニウム、窒化珪素、または、窒化アルミニウム及び窒化珪素の混合セラミック材料を用いて形成されることが最も好適である。ここに挙げた材料は、低熱膨張性、高剛性、高放熱性及び絶縁性を備えているからである。ちなみに、窒化アルミニウムの熱膨張係数は約 $4.4 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率は約 350 GPa である。窒化珪素の熱膨張係数は約 $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率は約 300 GPa である。

【0027】

そして、上記課題を解決する別の手段としては、面接続端子を有する半導体素子を備え、面接続パッドを有する基板を備え、かつ、前記半導体素子が実装される第1面及び凹部が形成され前記基板の表面上に実装される第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱及び前記面接続パッドと接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを有する中継基板を備えたことを特徴とした、半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体がある。

【0028】

また、半導体素子と中継基板と基板とからなる上記の構造体を実現するうえで好適なものとしては、面接続端子を有する半導体素子が実装される第1面、及び、凹部が形成された第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱と接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを備えることを特徴とした中継基板がある。さらに、面接続端子を有する半導体素子を備え、かつ、前記半導体素子が実装される第1面及び凹部が形成された第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱と接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコン

デンサとを有する中継基板を備えたことを特徴とした半導体素子付き中継基板、も好適である。加えて、面接続パッドを有する基板を備え、かつ、第1面及び凹部が形成され前記基板の表面上に実装される第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通する複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱及び前記面接続パッドと接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを有する中継基板を備えたことを特徴とした中継基板付き基板、も好適である。

【0029】

従って、上記の構造体によると、中継基板の凹部内にコンデンサを配置したことにより、従来構造に比較して半導体素子とコンデンサとが近接し、結果として半導体素子とコンデンサとをつなぐ配線（コンデンサ接続配線）を非常に短くすることが可能となる。ゆえに、半導体素子とコンデンサとの間で侵入するノイズを極めて小さく抑えることができ、誤動作等の不具合を生じることもなく高い信頼性を得ることができる。

【0030】

また、たとえコンデンサに不具合が生じた場合でも、コンデンサが基板側に埋設されているわけではないので、中継基板及びコンデンサを廃棄すれば足り、基板全体の廃棄を伴わない。ゆえに、基板側にコンデンサを埋設した従来構造に比べて、損失金額が小さく安価に製造することが可能となる。しかも、基板側にコンデンサを埋設した構造でないことから、スペース上の制約を受けにくくなり、比較的容易にコンデンサの大型化（大容量化）を図ることが可能となるとともに、基板についても製造しやすくなる。

【0031】

ここで、前記半導体素子及び前記基板に関しては、上述した、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体と同様のものを使用することができる。

【0032】

前記中継基板は略板形状の中継基板本体を有している。中継基板本体は第1面及び第2面を備えており、第1面には半導体素子が実装され、第2面は基板の表

面上に実装される。また、中継基板本体の第2面には、コンデンサを配置するための凹部が設けられている。前記凹部の数は単数であっても複数であってもよい。また、コンデンサを内部に配置することが可能なものであれば、前記凹部の形状や大きさは特に限定されない。

【0033】

中継基板本体の熱膨張係数は基板の熱膨張係数よりも低いことが好ましく、具体的には $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であることが好ましい。なお、中継基板本体の熱膨張係数は、さらには $2.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であることがよく、特に $2.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満の範囲内において前記半導体素子の熱膨張係数よりも大きな値であることがよりよい。その理由は、中継基板本体の熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であると、半導体素子との熱膨張係数差を十分に小さくでき、半導体素子に対する熱応力の影響を十分に低減できるからである。従って、例えば熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度のシリコン製ICチップを選択した場合には、熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満の中継基板本体を用いることが好適であると言える。

【0034】

また前記中継基板本体は、上記のような低熱膨張性であるばかりでなく、高剛性であること（例えば高ヤング率であること）が好ましい。即ち、中継基板本体の剛性（例えばヤング率）は少なくとも半導体素子よりも高いことがよく、具体的にはヤング率が 200 GPa 以上、特に 300 GPa 以上であることがよい。その理由は、中継基板本体に高い剛性が付与されていれば、中継基板本体に大きな熱応力が加わったとしても、その熱応力に耐えることができるからである。従って、中継基板本体自身の反りや、半導体素子の接合部分のクラックなどを未然に防ぐことができる。

【0035】

さらに前記中継基板本体は、上記のような低熱膨張性、高剛性であるばかりでなく、高放熱性であることがより好ましい。その理由は、放熱性の高い中継基板本体を用いれば、半導体素子が発生した熱を速やかに伝達して放散することができるため、熱応力の緩和を図ることができるからである。従って、大きな熱応力

が作用しなくなり、中継基板本体自身の反りや、半導体素子の接合部分のクラックなどを未然に防ぐことができる。

【0036】

また、前記中継基板本体はさらに絶縁性を有していることがよい。その理由は、絶縁性を有しない中継基板本体では、導体柱の形成時にあらかじめ絶縁層を設ける必要があるが、絶縁性を有する中継基板本体ならそれが不要だからである。従って、構造の複雑化や工数の増加を回避することができるからである。

【0037】

以上のことからすると、中継基板本体は、窒化物系の絶縁性エンジニアリングセラミック材料を用いて形成されることが好適であり、特に窒化アルミニウム、窒化珪素、または、窒化アルミニウム及び窒化珪素の混合セラミック材料を用いて形成されることが最も好適である。ここに挙げた材料は、低熱膨張性、高剛性、高放熱性及び絶縁性を備えているからである。

【0038】

前記中継基板は複数の中継基板本体側導体柱を有している。中継基板本体側導体柱は第1面及び凹部の底面を貫通し、その一端が面接続端子に接続され、他端がコンデンサ側導体柱に接続される。なお、前記中継基板は、第1面及び第2面を貫通し、その一端が面接続端子に接続され、他端が面接続パッドに接続される中継基板本体側導体柱をさらに有していてもよい。

【0039】

また、前記中継基板は、複数のコンデンサ側導体柱を有する、いわゆるビアアレイタイプのコンデンサを備えている。かかるコンデンサ側導体柱は、コンデンサの表面及び裏面を貫通して形成され、その一端が中継基板本体側導体柱に接続され、他端が面接続パッドと接続される。

【0040】

前記中継基板本体側導体柱及び前記コンデンサ側導体柱は、中継基板本体またはコンデンサに形成された貫通孔に柱状の導電材料を設けることにより形成される。前記導電材料としては特に限定されないが、例えば銅、金、銀、白金、パラジウム、ニッケル、スズ、鉛、はんだ、タングステン、モリブデン、チタンなど

から選択される 1 種または 2 種以上を含む金属を挙げることができる。また、前記中継基板本体側導体柱及び前記コンデンサ側導体柱の形成にあたっては周知の手法を採用することができ、例えば、導電金属を含むペーストの充填、導電金属のめっき、ピン状の導電金属材の圧入などがある。なお、セラミック製の中継基板本体またはコンデンサの貫通孔に導電性ペーストを充填して導体柱を形成する場合、同時焼成法を採用してもよく、後焼成法を採用してもよい。

【0041】

中継基板本体側導体柱の形状は、接続する面接続端子、コンデンサ側導体柱、面接続パッドの形状に対応して適宜選択すればよい。また、コンデンサ側導体柱の形状は、接続する中継基板本体側、面接続パッドの形状に対応して適宜選択すればよい。

【0042】

【発明の実施の形態】

【第 1 の実施形態】

【0043】

以下、本発明を具体化した第 1 の実施形態を図 1 ～図 5 に基づき詳細に説明する。図 1 は、IC チップ（半導体素子）21 と、コンデンサ 31 と、配線基板（基板）41 とからなる本実施形態の半導体パッケージ（構造体）11 を示す概略断面図である。図 2 は、半導体パッケージ 11 を構成するコンデンサ 31 を示す概略断面図である。図 3 は、半導体パッケージ 11 を構成する IC チップ付きコンデンサ（半導体素子付きコンデンサ）61 を示す概略断面図である。図 4 は、IC チップ付きコンデンサ 61 を配線基板 41 上に実装するときの状態を示す概略断面図である。

【0044】

図 1 等 に示されるように、本実施形態の半導体パッケージ 11 は、上記のように、IC チップ 21 と、コンデンサ 31 と、配線基板 41 とからなる LGA（ランドグリッドアレイ）である。なお、半導体パッケージ 11 の形態は、LGA のみに限定されず、例えば BGA（ボールグリッドアレイ）や PGA（ピングリッドアレイ）等であってもよい。MPU としての機能を有する IC チップ 21 は、

10mm角の矩形平板状であって、熱膨張係数が $3.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度のシリコンからなる。かかるICチップ21の上面側表層には、図示しない回路素子が形成されている。一方、ICチップ21の下面側には、複数のバンプ状の面接続端子22が格子状に設けられている。

【0045】

前記配線基板41は、上面42及び下面43を有する矩形平板状の部材からなり、複数層の樹脂絶縁層44と複数層の導体回路45とを有する、いわゆる多層配線基板である。本実施形態の場合、具体的にはエポキシ樹脂をガラスクロスに含浸させてなる絶縁基材により樹脂絶縁層44が形成され、銅箔または銅めっき層により導体回路45が形成されている。かかる配線基板41の熱膨張係数は、 $13.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $16.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満となっている。配線基板41の上面42には、コンデンサ31側との電気的な接続を図るための複数の面接続パッド46が格子状に形成されている。配線基板41の下面43には、図示しないマザーボード側との電気的な接続を図るための複数の面接続パッド47が格子状に形成されている。なお、マザーボード接続用の面接続パッド47は、コンデンサ接続用の面接続パッド46よりも広いピッチとなっている。樹脂絶縁層44にはビアホール導体48が設けられていて、これらのビアホール導体48を介して、異なる層の導体回路45、面接続パッド46、面接続パッド47が相互に電気的に接続されている。また、配線基板41の上面42には、図3のICチップ付きインターポーザ61以外にも、半導体素子やその他の電子部品（いずれも図示略）が実装されている。

【0046】

図1、図2等にも示されるように、前記コンデンサ31は、いわゆるビアアレイタイプのコンデンサであって、上面32（第1面）及び下面33（第2面）を有する矩形平板形状のコンデンサ本体38を有している。コンデンサ本体38は、積層構造をなす窒化アルミニウム基板からなる。即ち、このコンデンサ31は積層セラミックコンデンサである。かかる窒化アルミニウム基板の熱膨張係数は約 $4.4 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率は約 350 GPa である。従って、コンデンサ本体38の熱膨張係数は、配線基板41の熱膨張係数よりも小さく、かつ、ICチッ

プ21の熱膨張係数よりも大きな値となっている。即ち、本実施形態のコンデンサ31は、配線基板41よりも低い熱膨張性を備えており、むしろICチップ21に近い熱膨張性を備えていると言える。また、窒化アルミニウム基板のヤング率はICチップ21よりも高いことから、本実施形態のコンデンサ31は高い剛性を備えている。

【0047】

コンデンサ31を構成するコンデンサ本体38には、上面32及び下面33を貫通する複数のビア（貫通孔）が格子状に形成されている。これらのビアは、配線基板41が有する各面接続パッド46の位置に対応している。そして、かかるビア内には、高融点金属の一種であるW（タングステン）からなる複数の導体柱35が設けられている。各導体柱35の上端面には略半球状をした上端面側バンプ36が設けられている。これらの上端面側バンプ36は上面32から突出しており、ICチップ21側の面接続端子22に接続されている。各導体柱35の下端面には略半球状をした下端面側バンプ37が設けられている。これらの下端面側バンプ37は下面33から突出しており、配線基板41側の面接続パッド46に接続されている。

【0048】

また、前記コンデンサ本体38を構成する窒化アルミニウム基板においては、誘電体層である窒化アルミニウム層を介して内層電極34が層状に形成されている。より詳細にいうと、前記導体柱35は第1導体柱、第2導体柱及び第3導体柱という3つの群に分けられるとともに、前記内層電極34は第1導内層電極及び第2内層電極という2つの群に分けられる。第1内層電極及び第2内層電極は所定間隔を隔てて交互に積層形成されるとともに、第1内層電極は第1導体柱に接続され、第2内層電極は第2導体柱に接続されている。なお、第3導体柱については、いずれの内層電極にも接続されていない。

【0049】

従って、このような構造の半導体パッケージ11では、コンデンサ31の導体柱35を介して、配線基板41側とICチップ21側とが電氣的に接続されている。ゆえに、中継基板としての機能も有するコンデンサ31を介して、配線基板

41-I Cチップ21間で信号の入出力が行われるとともに、I Cチップ21をMPUとして動作させるための電源が供給される。この場合、前記信号は第3導体柱を介して入出力され、前記電源は第1導体柱及び第2導体柱を介して供給される。そして、この半導体パッケージ11ではコンデンサ31が設けられていることから、電源電位や接地電位に重畳されるノイズが確実に除去されるようになっている。なお、本実施形態の半導体パッケージ11ではコンデンサ31を1個のみ設けたが、これに限らずコンデンサ31を複数個設けてもよい。

【0050】

ここで、上記構造の半導体パッケージ11を製造する手順について説明する。

【0051】

まず、周知のセラミックグリーンシート形成技術によって、対応する位置に格子状にビアが透設された窒化アルミニウムグリーンシートを複数枚作製する。そして、各グリーンシートにおける所定位置に、表裏両面を貫通するビアをパンチング等により形成する。さらに、各グリーンシートのビア内にWペーストを充填して、後に導体柱35となるペースト充填層を形成しておく。また、各グリーンシートの片側面にWペーストを印刷し、後に内層電極34となる所定パターンのペースト印刷層を形成しておく。そして、これらのグリーンシートを積層、圧着した後、還元雰囲気中にて所定温度で焼成（同時焼成）を行って、窒化アルミニウムとWペーストとを焼結させる。その結果、導体柱35及び内層電極34を有するコンデンサ本体38が作製される。さらに、このコンデンサ本体38の有する導体柱35の両端面に対してはんだペーストを印刷形成する。この状態でリフローを行って前記はんだペーストを溶融させる。すると、前記はんだペーストが略半球状に盛り上がることによって、上端面側バンプ36及び下端面側バンプ37となり、結果として図2に示すコンデンサ31が完成する。

【0052】

次に、完成した前記コンデンサ31の上面32にI Cチップ21を載置する。このとき、I Cチップ21側の面接続端子22と、コンデンサ31側の上端面側バンプ36とを位置合わせするようにする。そして、加熱して各上端面側バンプ36をリフローすることにより、上端面側バンプ36と面接続端子22とを接合

する。その結果、図 3 に示す IC チップ付きコンデンサ 61 が完成する。

【0053】

次に、コンデンサ 31 側の下端面側バンプ 37 と、配線基板 41 側の面接続パッド 46 とを位置合わせして（図 4 参照）、配線基板 41 上に前記 IC チップ付きコンデンサ 61 を載置する。そして、加熱して各下端面側バンプ 37 をリフローすることにより、下端面側バンプ 37 と面接続パッド 46 とを接合する。その結果、図 1 に示す半導体パッケージ 11 が完成する。

【0054】

従って、本実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0055】

(1) 本実施形態の半導体パッケージ 11（構造体）の場合、コンデンサ 31 それ自体が、いわば中継基板としての機能を有しており、本来中継基板があるべき位置に配置されている。即ち、従来構造に比較して IC チップ 21 とコンデンサ 31 とが近接して配置され、両者が直接接続した状態となる。このため、IC チップ 21 とコンデンサ 31 とをつなぐ配線（コンデンサ接続配線）をほぼ完全になくすことが可能となる。ゆえに、IC チップ 21 とコンデンサ 31 との間で侵入するノイズを極めて小さく抑えることができ、誤動作等の不具合を生じることなく高い信頼性を得ることができる。

【0056】

(2) また、たとえコンデンサ 31 に不具合が生じた場合でも、コンデンサ 31 が配線基板 41 側に埋設されているわけではないので、コンデンサ 31 のみを廃棄すれば足り、配線基板 41 全体の廃棄を伴わない。ゆえに、配線基板 41 側にコンデンサ 31 を埋設した従来構造に比べて、損失金額が小さく安価に製造することが可能となる。しかも、配線基板 41 側にコンデンサ 31 を埋設した構造でないことから、スペース上の制約を受けなくなり、比較的容易にコンデンサ 31 の大型化（大容量化）を図ることが可能となるとともに、配線基板 41 についても製造しやすくなる。また、コンデンサ 31 の大型化が図られれば低抵抗化及び低インダクタンス化にもつながるので、これによってもノイズ除去能力を向上させることができる。

【0057】

(3) この半導体パッケージ11では、熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満である略板形状のコンデンサ本体38を用いたことにより、ICチップ21との熱膨張係数差が小さくなり、ICチップ21に直接大きな熱応力が作用しなくなる。よって、たとえICチップ21が大型で発熱量が多いものであったとしても、クラック等が起りにくい。ゆえに、半導体パッケージ11におけるチップ接合部分等に高い信頼性を付与することができる。

【0058】

(4) 本実施形態においては、以下のような変形例も考えられる。即ち、図5に示されるように、まず、配線基板41の上面42にコンデンサ31をはんだ付け等により接合することで、コンデンサ付き配線基板71（コンデンサ付き基板）をあらかじめ作製する。その後、このコンデンサ付き配線基板71の上面32にICチップ21を接合し、所望の半導体パッケージ11とする。

【0059】

[第2の実施形態]

以下、本発明を具体化した第2の実施形態を図6～図10に基づき詳細に説明する。図6は、ICチップ（半導体素子）21と、コンデンサ内蔵インターポーザ91と、配線基板（基板）41とからなる本実施形態の半導体パッケージ（構造体）131を示す概略断面図である。図7は、半導体パッケージ131を構成するコンデンサ内蔵インターポーザ91を示す概略断面図である。図8は、半導体パッケージ131を構成するICチップ付きコンデンサ内蔵インターポーザ（半導体素子付きコンデンサ）111を示す概略断面図である。図9は、ICチップ付きコンデンサ内蔵インターポーザ111を配線基板41上に実装するときの状態を示す概略断面図である。

【0060】

図6等にも示されるように、本実施形態の半導体パッケージ131は、上記のように、ICチップ21と、コンデンサ内蔵インターポーザ91と、配線基板41とからなるLGA（ランドグリッドアレイ）である。なお、半導体パッケージ131の形態は、LGAのみに限定されず、例えばBGA（ボールグリッドアレイ

）やPGA（ピングリッドアレイ）等であってもよい。ICチップ21及び配線基板41については、前記第1の実施形態と同じものが使用されているので、その詳細な説明を省略する。

【0061】

図6、図7等にも示されるように、本実施形態のコンデンサ内蔵インターポザ91（中継基板）は、上面92（第1面）及び下面93（第2面）を有する矩形平板形状のインターポザ本体98（中継基板本体）を有している。インターポザ本体98は、積層構造をなす窒化アルミニウム基板からなる。かかる窒化アルミニウム基板の熱膨張係数は約 $4.4 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率は約 350 GPa である。従って、インターポザ本体98の熱膨張係数は、配線基板41の熱膨張係数よりも小さく、かつ、ICチップ21の熱膨張係数よりも大きな値となっている。即ち、本実施形態のコンデンサ内蔵インターポザ91は、配線基板41よりも低い熱膨張性を備えており、むしろICチップ21に近い熱膨張性を備えていると言える。また、窒化アルミニウム基板のヤング率はICチップ21よりも高いことから、本実施形態のコンデンサ内蔵インターポザ91は高い剛性を備えている。

【0062】

インターポザ本体98には、平面視で略矩形形状の凹部99が下面93にて開口するように形成されている。この凹部99内には同じく平面視で略矩形形状のコンデンサ101が配置されている。なお、コンデンサ101は樹脂からなる接着剤層108によって凹部99内に固定されている。もっとも、接着剤層108がない形態も可能である。

【0063】

コンデンサ内蔵インターポザ91を構成するインターポザ本体98には、上面92及び下面93を貫通する複数のビアと、上面92及び凹部99の底面を貫通する複数のビア96と、が格子状に形成されている。これらのビア96は、配線基板41が有する各面接続パッド46の位置に対応している。そして、かかるビア96内には、柱状のPb-Sn系はんだからなる中継基板本体側導体柱95が設けられている。各中継基板本体側導体柱95の上端面には略半球状をした

上端面側バンプ 97 が設けられている。これらの上端面側バンプ 97 は上面 92 から突出しており、IC チップ 21 側の面接続端子 22 に接続されている。各中継基板本体側導体柱 95 の下端面には略半球状をした下端面側バンプ 94, 100 が設けられている。前記下端面側バンプ 100 は、インターポーザ本体 98 の下面 33 から突出しており、配線基板 41 側の面接続パッド 46 に接続されている。一方、前記下端面側バンプ 94 は、凹部 99 の底面から突出しており、コンデンサ 101 側のコンデンサ側導体柱 105 の上端面に接続されている。

【0064】

また、図 6, 図 7 等 to 示されるように、本実施形態のコンデンサ 101 もビアアレイタイプのコンデンサであって、上面 102 及び下面 103 を有する矩形平板形状のコンデンサ本体 104 を有している。コンデンサ本体 104 は、積層構造をなすチタン酸バリウム基板からなる。即ち、このコンデンサ 101 は、高誘電体をコンデンサ本体 104 とする積層セラミックコンデンサである。なお、本実施形態の半導体パッケージ 131 では、コンデンサ 101 を 1 個のみ設けたが、これに限らずコンデンサ 101 を複数個設けてもよい。

【0065】

コンデンサ 101 を構成するコンデンサ本体 104 には、上面 102 及び下面 103 を貫通する複数のビアが格子状に形成されている。そして、かかるビア内には、Pb-Sn からなる複数のコンデンサ側導体柱 105 が設けられている。各コンデンサ側導体柱 105 の下端面には略半球状をした下端面側バンプ 107 が設けられている。これらの下端面側バンプ 107 は、前記下端面側バンプ 100 と同程度突出しており、配線基板 41 側の面接続パッド 46 に接続されている。

【0066】

また、前記コンデンサ本体 104 を構成するチタン酸バリウム基板においては、誘電体層であるチタン酸バリウム層を介して内層電極 106 が層状に形成されている。より詳細にいうと、前記コンデンサ側導体柱 105 は第 1 コンデンサ側導体柱及び第 2 コンデンサ側導体柱という 2 つの群に分けられるとともに、前記内層電極 106 は第 1 内層電極及び第 2 内層電極という 2 つの群に分けられる。

第1内層電極及び第2内層電極は所定間隔を隔てて交互に積層形成されるとともに、第1内層電極は第1コンデンサ側導体柱に接続され、第2内層電極は第2コンデンサ側導体柱に接続されている。

【0067】

従って、このような構造の半導体パッケージ11では、コンデンサ内蔵インターポザ91の導体柱95、105を介して、配線基板41側とICチップ21側とが電氣的に接続されている。ゆえに、コンデンサ内蔵インターポザ91を介して、配線基板41-ICチップ21間で信号の入出力が行われるとともに、ICチップ21をMPUとして動作させるための電源が供給される。この場合、前記信号は、インターポザ本体98の上面92及び下面93を貫通する中継基板本体側導体柱95を流れるため、コンデンサ101内を流れることなくダイレクトにICチップ21に入出力される。それに対して電源は、インターポザ本体98及びコンデンサ101を介して供給される。つまり、前記電源は、コンデンサ101内のコンデンサ側導体柱105を介して流れるとともに、インターポザ本体98の上面92及び凹部99の底面を貫通する中継基板本体側導体柱95を流れる。そして、この半導体パッケージ131ではコンデンサ101が設けられていることから、電源電位や接地電位に重畳されるノイズが確実に除去されるようになっている。

【0068】

ここで、上記構造の半導体パッケージ131を製造する手順について説明する。

【0069】

まず、第1実施形態において述べたセラミック同時焼成法に準じて、図7の構造のコンデンサ101をあらかじめ作製する。ただし、セラミック材料としてチタン酸バリウムを用いているので、焼成温度等についてはそれに合致した条件を設定する。併せて、下記のような要領でインターポザ本体98を作製する。

【0070】

即ち、周知のセラミックグリーンシート形成技術によって、対応する位置に格子状にビア96（貫通孔）が透設された窒化アルミニウムグリーンシートを複数

枚作製する。前記グリーンシートにおける一部のものについては、パンチング加工等により矩形状の開口部を設けておく。かかる開口部は後に凹部 99 となるものである。そして、各グリーンシートを積層、圧着する。さらに、ビア 96 の内周面にタングステンペーストを塗布した後、グリーンシートの積層体を還元雰囲気中で焼成し、窒化アルミニウム焼結体からなるインターポーザ本体 98 を作製する。このインターポーザ本体 98 においては、ビア 96 の内周面にタングステンを主成分とする下地金属層（図示略）が形成される。さらに、この下地金属層上に無電解ニッケル—金めっきを施した後、各ビア 96 の上端開口部に 90% Pb—10% Sn からなる、直径 0.9 mm の高融点はんだボールを載置し、これを加熱して熔融させる。その結果、熔融した高融点はんだが重力で下方に移動してビア 96 内に注入され、ビア 96 内周面の金属層に溶着することにより、中継基板本体側導体柱 95 が形成される。また、中継基板本体側導体柱 95 の上端面及び下端面は表面張力の作用によって略半球状に盛り上がり、上端面側バンプ 97 及び下端面側バンプ 94, 100 となる。その結果、凹部 99 を有するインターポーザ本体 98 が完成する。

【0071】

このようにして作製されたインターポーザ本体 98 の凹部 99 内に未硬化状態の熱硬化性接着剤を塗布し、この状態で凹部 99 内に前記コンデンサ 101 を配置し、所定温度に加熱する。その結果、熱によりリフローした下端面側バンプ 94 を介して、中継基板本体側導体柱 95 とコンデンサ側導体柱 105 とが接合される。また、熱硬化性接着剤が硬化することによって、コンデンサ 101 が凹部 99 内に確実に接着されて保持される。以上の結果、図 7 に示すコンデンサ内蔵インターポーザ 91 が完成する。

【0072】

次に、完成した前記コンデンサ内蔵インターポーザ 91 の上面 92 に IC チップ 21 を載置する。このとき、IC チップ 21 側の面接続端子 22 と、コンデンサ内蔵インターポーザ 91 側の上端面側バンプ 97 とを位置合わせするようにする。そして、加熱して各上端面側バンプ 97 をリフローすることにより、上端面側バンプ 97 と面接続端子 22 とを接合する。その結果、図 8 に示す IC チップ

付きコンデンサ内蔵インターポータ 111 が完成する。

【0073】

次に、ICチップ付きコンデンサ内蔵インターポータ 111 側の下端面側バンプ 100、107 と、配線基板 41 側の面接続パッド 46 とを位置合わせして（図 9 参照）、配線基板 41 上に前記 ICチップ付きコンデンサ内蔵インターポータ 111 を載置する。そして、加熱して各下端面側バンプ 100、107 をリフローすることにより、下端面側バンプ 100、107 と面接続パッド 46 とを接合する。その結果、図 6 に示す半導体パッケージ 131 が完成する。

【0074】

従って、本実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

【0075】

(1) 本実施形態の半導体パッケージ 131（構造体）の場合、インターポータ 91 の凹部 99 内にコンデンサ 101 を配置したことにより、従来構造に比較して ICチップ 21 とコンデンサ 101 とが近接する。結果として、ICチップ 21 とコンデンサ 101 とをつなぐ配線（コンデンサ接続配線）を非常に短くすることが可能となる。ゆえに、ICチップ 21 とコンデンサ 101 との間で侵入するノイズを極めて小さく抑えることができ、誤動作等の不具合を生じることなく高い信頼性を得ることができる。

【0076】

(2) また、たとえコンデンサ 101 に不具合が生じた場合でも、コンデンサ 101 が配線基板 41 側に埋設されているわけではないので、コンデンサ内蔵インターポータ 91 のみを廃棄すれば足り、配線基板 41 全体の廃棄を伴わない。ゆえに、配線基板 41 側にコンデンサ 101 を埋設した従来構造に比べて、損失金額が小さく安価に製造することが可能となる。しかも、配線基板 41 側にコンデンサ 101 を埋設した構造でないことから、スペース上の制約を受けなくなり、比較的容易にコンデンサ 101 の大型化（大容量化）を図ることが可能となるとともに、配線基板 41 についても製造しやすくなる。また、コンデンサ 101 の大型化が図られれば低抵抗化及び低インダクタンス化にもつながるので、これによってもノイズ除去能力を向上させることができる。

【0077】

(3) この半導体パッケージ131では、熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満である略板形状のインターポーザ本体98を用いたことにより、ICチップ21との熱膨張係数差が小さくなり、ICチップ21に直接大きな熱応力が作用しなくなる。よって、たとえICチップ21が大型で発熱量が多いものであったとしても、クラック等が起こりにくい。ゆえに、半導体パッケージ131におけるチップ接合部分等に高い信頼性を付与することができる。

【0078】

(4) 本実施形態においては、以下のような変形例も考えられる。即ち、図10に示されるように、まず、配線基板41の上面42にコンデンサ内蔵インターポーザ91をはんだ付け等により接合することで、コンデンサ内蔵インターポーザ付き配線基板121（中継基板付き基板）をあらかじめ作製する。その後、コンデンサ内蔵インターポーザ91の上面92にICチップ21を接合し、所望の半導体パッケージ131とする。

【0079】

なお、本発明の実施形態は発明の趣旨を逸脱しない範囲内において以下のように変更してもよい。例えば、上記第2の実施形態では、配線基板41の略中央における1箇所凹部99を設けた例を示したが、凹部99は必ずしも略中央に形成する必要はない。また、必要に応じて凹部99を複数箇所に設け、各凹部99にそれぞれコンデンサ101を配置するようにしてもよい。

【0080】

次に、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

【0081】

(1) 熱膨張係数が $2.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であって面接続端子を有する半導体素子が実装される第1面及び第2面を有し、熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満である略板形状のコンデンサ本体と、前記第1面及び前記第2面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の導体柱とを備えることを特徴としたコンデンサ。

【0082】

(2) 前記コンデンサ本体は、絶縁材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0083】

(3) 前記コンデンサ本体は、前記基板よりも低い熱膨張係数の材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0084】

(4) 前記コンデンサ本体は、少なくともシリコンよりも剛性が高い材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0085】

(5) 前記コンデンサ本体は、低熱膨張係数かつ高剛性の材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0086】

(6) 前記コンデンサ本体は、ヤング率が200GPa以上の材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0087】

(7) 前記コンデンサ本体は、ヤング率が200GPa以上の絶縁性セラミック材料からなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0088】

(8) 前記コンデンサ本体は、窒化物系のエンジニアリングセラミックからなることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0089】

(9) 前記コンデンサ本体は、窒化アルミニウム、窒化珪素、または、窒化アルミニウム及び窒化珪素の混合セラミック材料を用いて形成されることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0090】

(10) 前記半導体素子における少なくとも一辺は10mm以上であることを特徴とする請求項1または技術的思想(1)に記載のコンデンサ。

【0091】

(11) 熱膨張係数が $2.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満であって面接続端子を有する半導体素子が実装される第1面、及び、凹部が形成され、熱膨張係数が $5.0 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満である第2面を有する略板形状の中継基板本体と、前記第1面及び前記凹部の底面を貫通し、前記面接続端子と接続される複数の中継基板本体側導体柱と、表面及び裏面を有し、前記表面及び前記裏面を貫通し前記中継基板本体側導体柱と接続される複数のコンデンサ側導体柱を有し、前記凹部内に配置されたコンデンサとを備えることを特徴とした中継基板。

【0092】

(12) 前記中継基板本体は、絶縁材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0093】

(13) 前記中継基板本体は、前記基板よりも低い熱膨張係数の材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0094】

(14) 前記中継基板本体は、少なくともシリコンよりも剛性が高い材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0095】

(15) 前記中継基板本体は、低熱膨張係数かつ高剛性の材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0096】

(16) 前記中継基板本体は、ヤング率が 200 GPa 以上の材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0097】

(17) 前記中継基板本体は、ヤング率が 200 GPa 以上の絶縁性セラミック材料からなることを特徴とする請求項5または技術的思想(11)に記載の中継基板。

【0098】

(18) 前記中継基板本体は、窒化物系のエンジニアリングセラミックからな

ることを特徴とする請求項 5 または技術的思想 (11) に記載の中継基板。

【0099】

(19) 前記中継基板本体は、窒化アルミニウム、窒化珪素、または、窒化アルミニウム及び窒化珪素の混合セラミック材料を用いて形成されることを特徴とする請求項 5 または技術的思想 (11) に記載の中継基板。

【0100】

(20) 前記半導体素子における少なくとも一辺は 10 mm 以上であることを特徴とする請求項 5 または技術的思想 (11) に記載の中継基板。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 IC チップ (半導体素子) と、コンデンサと、配線基板 (基板) とからなる第 1 の実施形態の半導体パッケージ (構造体) を示す概略断面図。

【図 2】 半導体パッケージを構成するコンデンサを示す概略断面図。

【図 3】 半導体パッケージを構成する IC チップ付きコンデンサ (半導体素子付きコンデンサ) を示す概略断面図。

【図 4】 IC チップ付きコンデンサを配線基板上に実装するときの状態を示す概略断面図。

【図 5】 第 1 の実施形態の変形例において、IC チップをコンデンサ付き配線基板 (コンデンサ付き基板) 上に実装するときの状態を示す概略断面図。

【図 6】 IC チップ (半導体素子) と、コンデンサ内蔵インターポーザ (中継基板) と、配線基板 (基板) とからなる実施形態の半導体パッケージ (構造体) を示す概略断面図。

【図 7】 半導体パッケージを構成するコンデンサ内蔵インターポーザを示す概略断面図。

【図 8】 半導体パッケージを構成する IC チップ付きコンデンサ内蔵インターポーザ (半導体素子付き中継基板) を示す概略断面図。

【図 9】 IC チップ付きコンデンサ内蔵インターポーザを配線基板上に実装するときの状態を示す概略断面図。

【図 10】 第 2 の実施形態の変形例において、IC チップをコンデンサ内蔵インターポーザ付き配線基板 (中継基板付き基板) 上に実装するときの状態を示

す概略断面図。

【符号の説明】

1 1…半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体としての半導体パッケージ

2 1…半導体素子としての I C チップ

2 2…面接続端子

3 1, 1 0 1…コンデンサ

3 2…(コンデンサ本体の) 第 1 面

3 3…(コンデンサ本体の) 第 2 面

3 5…導体柱

3 8…コンデンサ本体

4 1…基板としての配線基板

4 6…面接続パッド

6 1…半導体素子付きコンデンサとしての I C チップ付きコンデンサ

7 1…コンデンサ付き基板としてのコンデンサ付き配線基板

9 1…中継基板としてのコンデンサ内蔵インターポーザ

9 2…(中継基板本体の) 第 1 面

9 3…(中継基板本体の) 第 2 面

9 5…中継基板本体側導体柱

9 8…中継基板本体としてのコンデンサ内蔵インターポーザ本体

9 9…凹部

1 0 2…(コンデンサの) 表面

1 0 3…(コンデンサの) 裏面

1 0 5…コンデンサ側導体柱

1 1 1…半導体素子付き中継基板としての I C チップ付きコンデンサ内蔵インターポーザ

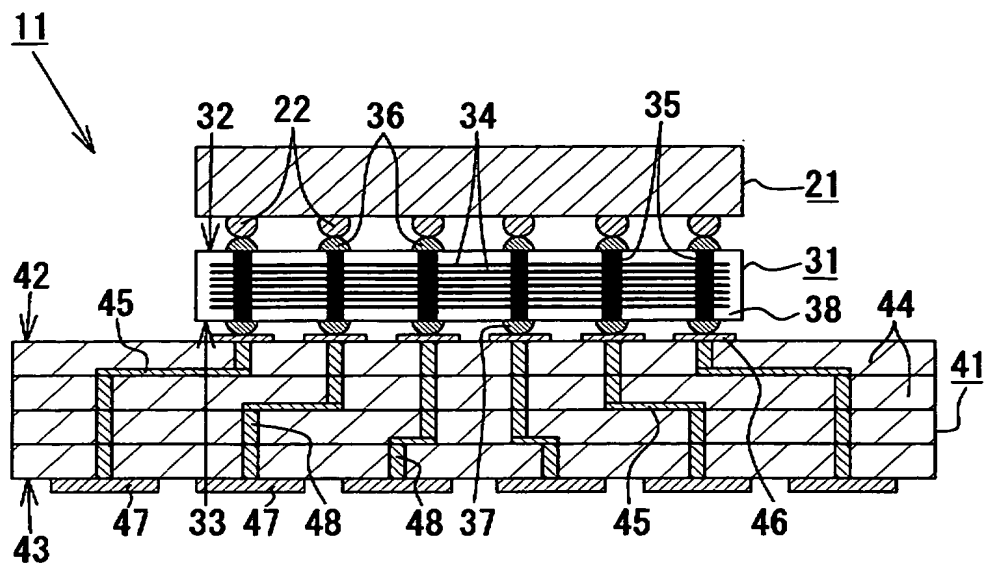
1 2 1…中継基板付き基板としてのコンデンサ内蔵インターポーザ付き配線基板

1 3 1…半導体素子と中継基板と基板とからなる構造体としての半導体パッケージ

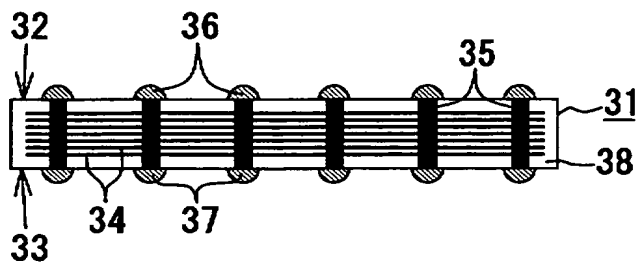
ー ジ

【書類名】 図面

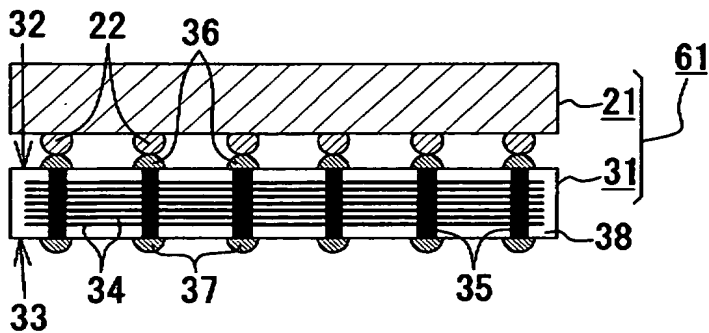
【図 1】



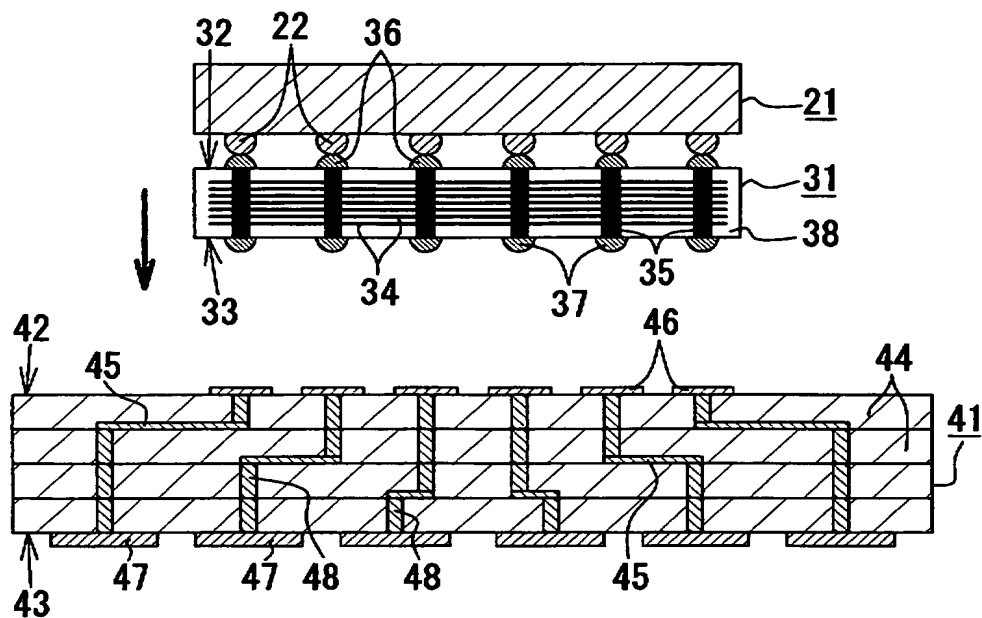
【図 2】



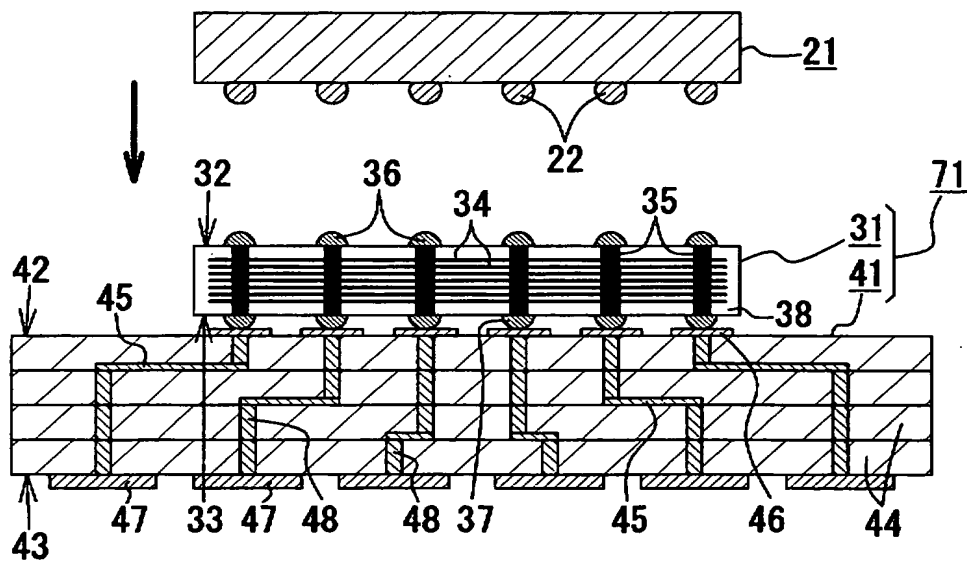
【図 3】



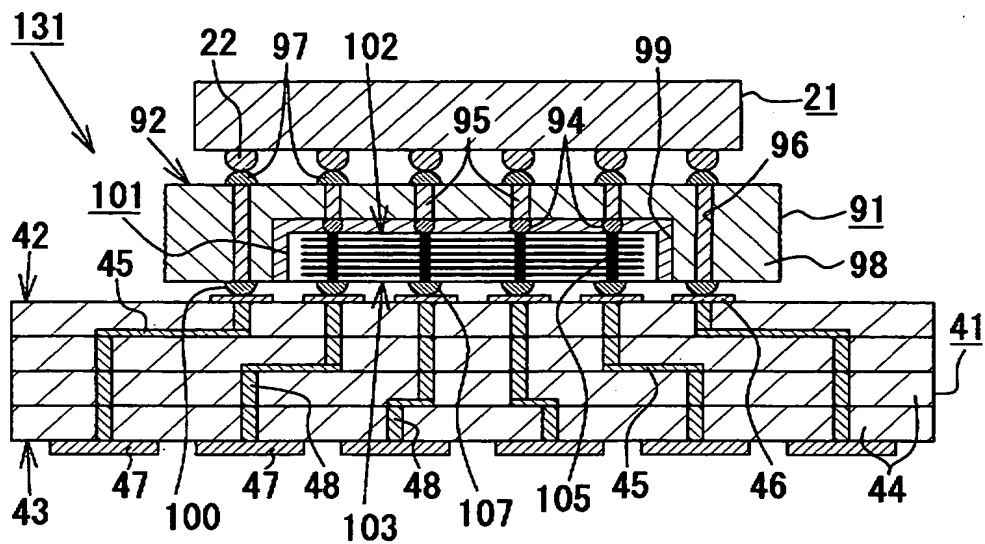
【図 4】



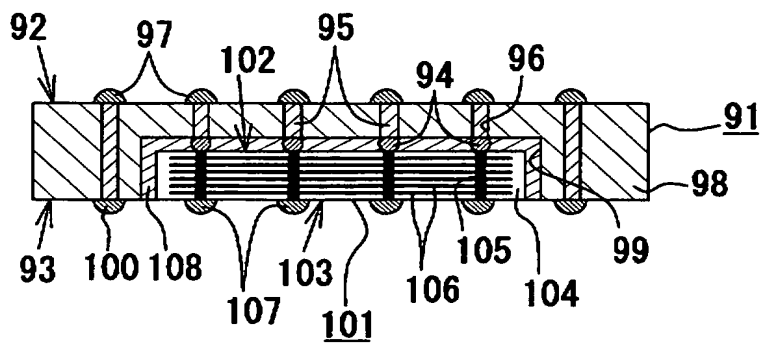
【図 5】



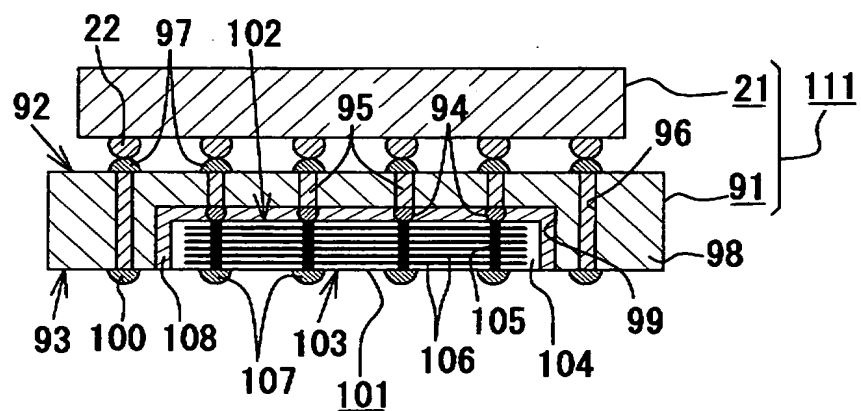
【図 6】



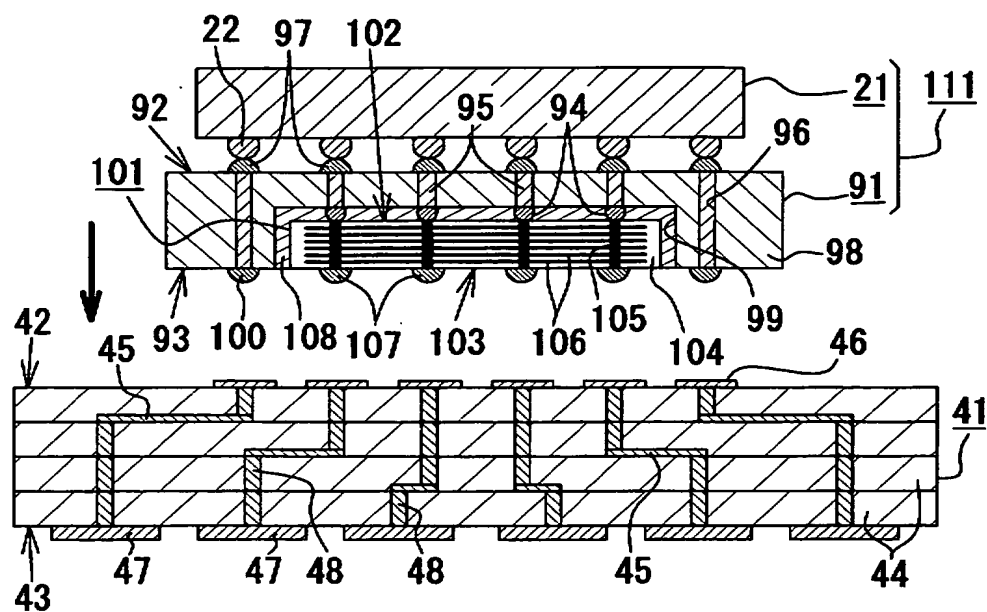
【図 7】



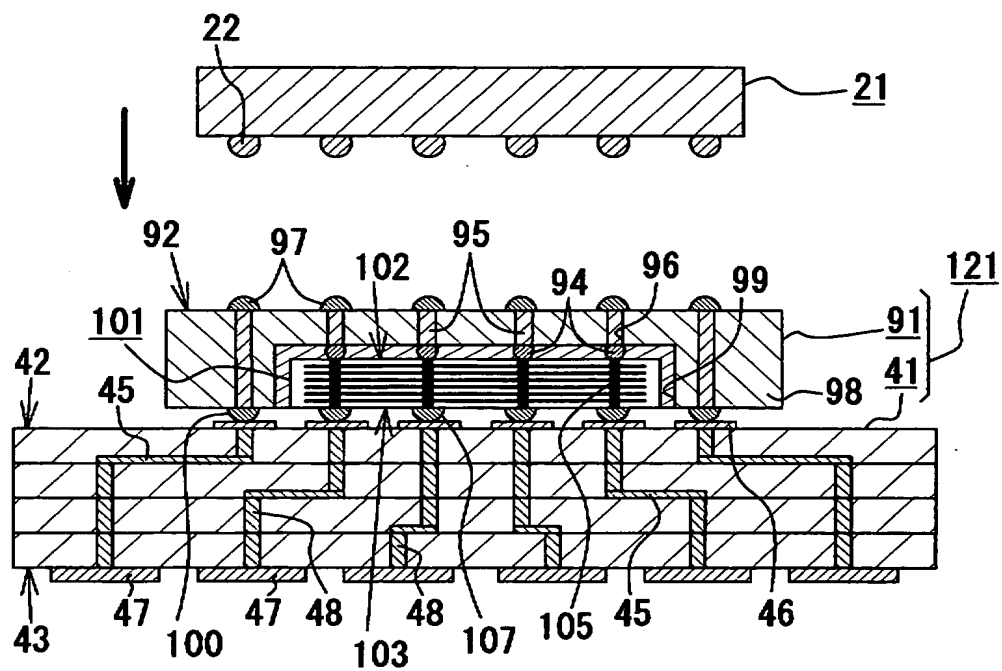
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズ除去能力に優れ、しかも安価かつ製造しやすい、半導体素子とコンデンサと基板とからなる構造体を提供すること。

【解決手段】 本発明の構造体 11 は、半導体素子 21 とコンデンサ 31 と基板 41 とからなる。半導体素子 21 は面接続端子 22 を有する。基板 41 は面接続パッド 46 を有する。コンデンサ 31 はコンデンサ本体 38 と複数の導体柱 35 とを備える。コンデンサ本体 38 の第 1 面 32 には半導体素子 21 が実装され、第 2 面 33 は基板 41 の表面上に実装される。複数の導体柱 35 は、第 1 面 32 及び第 2 面 33 を貫通し、面接続端子 22 及び面接続パッド 46 と接続される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 6 5 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 5 4 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号

氏 名

日本特殊陶業株式会社